

DERWENT-ACC-NO: 2002-361717

DERWENT-WEEK: 200568

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Detecting ability to project images of integrated circuits onto alternating phase masks involves identifying phase conflict if contacts with degenerate regions is odd

INVENTOR: LUDWIG, B; MOUKARA, M

PATENT-ASSIGNEE: INFINEON TECHNOLOGIES AG[INFN] ,
LUDWIG B[LUDWI], MOUKARA
M[MOUKI]

PRIORITY-DATA: 2000DE-1057438 (November 20, 2000) , 2000DE-1037444 (July 26, 2000) , 2000DE-1057437 (November 20, 2000)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE | PAGES |
|--------------------------|-------------------|----------|----------|
| MAIN-IPC | | | |
| US 6957414 B2 | October 18, 2005 | N/A | 000 G06F |
| 017/50 | | | |
| WO 200209152 A2 | January 31, 2002 | G | 036 H01L |
| 021/00 | | | |
| DE 10057437 A1 | February 14, 2002 | N/A | 000 G03F |
| 001/00 | | | |
| DE 10057438 A1 | February 14, 2002 | N/A | 000 G03F |
| 001/00 | | | |
| EP 1303790 A2 | April 23, 2003 | G | 000 G03F |
| 001/00 | | | |
| US <u>20030140331</u> A1 | July 24, 2003 | N/A | 000 G06F |
| 017/50 | | | |

DESIGNATED-STATES: JP KR US AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB
GR IE IT LU MC NL PT
SE TR AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE
TR

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO | APPL-DATE |
|-----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| US 6957414B2 | Cont of | 2001WO-DE02878 | July 25, 2001 |
| US 6957414B2 | N/A | 2003US-0352735 | January 27, 2003 |
| WO 200209152A2 | N/A | 2001WO-DE02878 | July 25, 2001 |
| DE 10057437A1 | N/A | 2000DE-1057437 | November 20, 2000 |
| DE 10057438A1 | N/A | 2000DE-1057438 | November 20, 2000 |
| EP 1303790A2 | N/A | 2001EP-0956410 | July 25, 2001 |
| EP 1303790A2 | N/A | 2001WO-DE02878 | July 25, 2001 |
| EP 1303790A2 | Based on | WO 200209152 | N/A |
| US20030140331A1 | Cont of | 2001WO-DE02878 | July 25, 2001 |
| US20030140331A1 | N/A | 2003US-0352735 | January 27, 2003 |

INT-CL (IPC): G03F001/00, G03F009/00 , G06F017/50 , H01L021/00

ABSTRACTED-PUB-NO: WO 200209152A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The method involves determining critical regions, overlap regions

between straight sections of critical regions and end regions of straight sections ending inboard of transparent regions, connected areas outside transparent and critical regions and major outer boundaries of these regions, overlapping regions and end regions and identifying a phase conflict if the number of contact sections with degenerate critical regions is odd.

DETAILED DESCRIPTION - The method involves determining critical regions (2) in

which any two adjacent transparent regions (1) provided for the phase mask exceed a defined minimum separation distance, determining overlap regions between straight sections of the critical regions and end regions of straight sections ending inboard of transparent regions, determining connected areas outside the transparent and critical regions and the major outer boundaries

(4)

of these regions, overlapping regions and end regions, and determining the number of contact sections with degenerate critical regions and identifying a phase conflict if the number is odd.

USE - For determining the ability to project images of integrated semiconducting circuits onto alternating phase masks and for detecting potential phase conflicts, whereby electrical circuit elements such as conducting tracks are to be formed in the transparent region of the phase mask.

ADVANTAGE - Enables an existing set of phase conflicts to be fully and minimally determined using only those technological requirements provided for the circuit structure.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of a dark field mask

critical regions 2

transparent regions 1

major outer boundaries 4

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/12

TITLE-TERMS: DETECT ABILITY PROJECT IMAGE INTEGRATE
CIRCUIT ALTERNATE PHASE

MASK IDENTIFY PHASE CONFLICT CONTACT
DEGENERATE REGION ODD

DERWENT-CLASS: P84 U11

EPI-CODES: U11-C04E2;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2002-282752

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. Januar 2002 (31.01.2002)

PCT

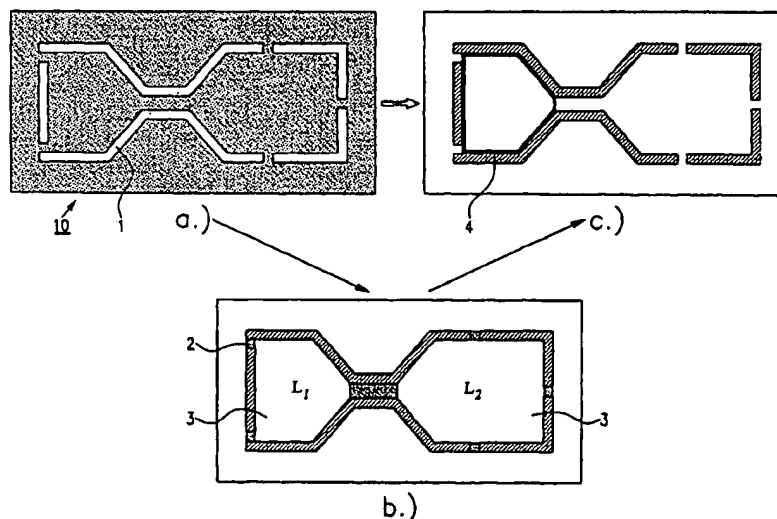
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/09152 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 21/00** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LUDWIG, Burkhard
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02878 [DE/DE]; Hlalskestr. 26, 81379 München (DE).
MOUKARA, Molela [CM/DE]; Schuckertstr. 11, 81379 München (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 25. Juli 2001 (25.07.2001)
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: LAMBSDORFF, Matthias; Dingolfinger
Strasse 6, 81673 München (DE).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.
(30) Angaben zur Priorität:
100 37 444.1 26. Juli 2000 (26.07.2000) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
100 57 437.8 20. November 2000 (20.11.2000) DE BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
100 57 438.6 20. November 2000 (20.11.2000) DE NL, PT, SE, TR).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-
Martin-Str. 53, 81669 München (DE). Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE ABILITY TO PROJECT IMAGES OF INTEGRATED SEMICONDUCTOR
SWITCHING CIRCUITS ONTO ALTERNATING PHASE MASKS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR FESTSTELLUNG DER ABBILDBARKEIT INTEGRIERTER HALBLEITERSCHALT-
KREISE AUF ALTERNIERENDE PHASENMASKEN



(57) Abstract: The invention relates to a method with which the direct convertibility of integrated semiconductor switching circuits into alternating phase masks can be verified. This ensues by explicitly localizing the phase conflicts occurring in the corresponding layout while solely using the technological demands placed on the design. The set of phase conflicts determined with the aid of this formalism is complete and minimal, and thus proves to be an optimal starting point for methods used in handling conflicts of this type.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/09152 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren beschrieben, mittels dessen die direkte Umsetzbarkeit integrierter Halbleiterschaltkreise in alternierende Phasenmasken überprüft werden kann. Dies erfolgt durch eine explizite Lokalisierung der im entsprechenden Layout vorkommenden Phasenkonflikte unter alleiniger Verwendung der an das Design gestellten technologischen Anforderungen. Der mit Hilfe dieses Formalismus bestimmte Satz von Phasenkonflikten ist vollständig und minimal und erweist sich somit als optimaler Ausgangspunkt für Methoden zur Handhabung derartiger Konflikte.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/02878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G03F1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G03F G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | US 5 923 566 A (GALAN GERALD ET AL) 13 July 1999 (1999-07-13) cited in the application --- | |
| A | MONIWA A ET AL: "HEURISTIC METHOD FOR PHASE-CONFLICT MINIMIZATION IN AUTOMATIC PHASEMASK DESIGN" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, vol. 34, no. 12B, 1 December 1995 (1995-12-01), pages 6584-6589, XP000721044 ISSN: 0021-4922 cited in the application --- -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

S document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 April 2002

Date of mailing of the international search report

16/05/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haenisch, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/02878

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | <p>US 5 537 648 A (LIEBMANN LARS W ET AL) 16 July 1996 (1996-07-16) cited in the application</p> | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.

PCT/DE 01/02878

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 5923566 | A | 13-07-1999 | NONE | |
| US 5537648 | A | 16-07-1996 | US 5636131 A | 03-06-1997 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02878

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G03F1/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G03F G06F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | US 5 923 566 A (GALAN GERALD ET AL) 13. Juli 1999 (1999-07-13) in der Anmeldung erwähnt --- | |
| A | MONIWA A ET AL: "HEURISTIC METHOD FOR PHASE-CONFLICT MINIMIZATION IN AUTOMATIC PHASEMASK DESIGN" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, PUBLICATION OFFICE JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS. TOKYO, JP, Bd. 34, Nr. 12B, 1. Dezember 1995 (1995-12-01), Seiten 6584-6589, XP000721044 ISSN: 0021-4922 in der Anmeldung erwähnt --- -/-- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. April 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/05/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Haenisch, U

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int.ionales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02878

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | <p>US 5 537 648 A (LIEBMANN LARS W ET AL)</p> <p>16. Juli 1996 (1996-07-16)</p> <p>in der Anmeldung erwähnt</p> <p>-----</p> | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02878

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5923566 | A | 13-07-1999 | KEINE |
| US 5537648 | A | 16-07-1996 | US 5636131 A 03-06-1997 |

Beschreibung

Verfahren zur Feststellung der Abbildbarkeit integrierter Halbleiterschaltkreise auf alternierende Phasenmasken

5

Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der Herstellung integrierter Halbleiterschaltkreise wie VLSI- und ULSI-Schaltkreise mittels photolithographischer Verfahren. Insbesondere bezieht sich die Erfindung dabei auf die Steigerung
10 des Auflösungsvermögens der konventionellen Photolithographie durch Gebrauch von alternierenden Phasenmasken.

Bei der Herstellung von integrierten Halbleiterschaltkreisen werden die den Schaltungselementen zugeordneten Maskenstruk-
15 turen auf lichtempfindliche Schichten auf dem Wafer konventioneller Weise optisch abgebildet. Aufgrund der Beugungseffekte ist das Auflösungsvermögen eines derartigen Abbildungssystems begrenzt und Maskenstrukturen mit Abmessungen unter dem reziproken Wert dieses Auflösungsvermögens, die sogenann-
20 ten kritischen Strukturen, werden verschmiert bzw. unscharf abgebildet. Dies führt zu unerwünschten starken Korrelationen der Schaltungselemente und damit zu einer Beeinträchtigung der Schaltungsfunktionalität.

25 Diese Schwierigkeiten lassen sich überwinden, indem man den destruktiven Interferenzeffekt von zwei eng benachbarten und kohärenten Lichtstrahlen um 180° verschobener Phasen ausnutzt und wandelt die betroffenen konventionellen Masken in alternierende Phasenmasken um, bei denen jede kritische Struktur
30 mit zwei Phasenschiebern zur Erzeugung der erforderlichen Phasenverschiebung versehen ist.

Die verschiedenen Arten von Phasenmasken sind beispielsweise in dem Buch „Technologie hochintegrierter Schaltungen“ von D.
35 Widmann, H. Mader und H. Friedrich, 2. Auflage, Springer-Verlag, S. 135ff. beschrieben. Eine ausführliche Übersicht über die Phasenmaskentechnologie ist in den Publikationen „Impro-

ving Resolution in Photolithography with a Phase-Shifting Mask" von M. D. Levenson et al. in IEEE Trans. Electron. Devices 29 (1982), 1828ff. und „Wavefront Engineering for Photolithography" von M. D. Levenson in Physics Today, July 5 1993, S. 28ff. enthalten.

Der Einsatz von sogenannten starken Phasenmasken, zu denen sowohl die bereits genannten alternierenden Phasenmasken als auch chromlose Phasenmasken gezählt werden, erfordert, daß in 10 jeder betroffenen Ebene die transparenten phasenverschiebenden Strukturen einer von zwei Phasen zugewiesen werden, welche eine Phasendifferenz $\Delta\phi = 180^\circ$ aufweisen. Dabei müssen die folgenden zwei Fälle unterschieden werden. Bei einer sogenannten Dunkelfeld-Phasenmaske entsprechen durchsichtige 15 Strukturen den Schaltungselementen (z.B. Leiterzüge) und ihnen können Phasen zugewiesen werden, während undurchsichtige Maskenfelder durch mit Chrom bedeckte Gebiete gebildet werden. Bei einer sogenannten Hellfeld-Phasenmaske stellen dagegen die mit Chrom bedeckten undurchsichtigen Gebiete der Phasenmaske die Schaltungselemente dar und die dazwischenliegenden 20 Gebiete sind durchsichtig. In letzterem Fall müssen geeignete Bereiche in der Nähe der undurchsichtigen Chromgebiete zu phasenverschiebenden Elementen bestimmt werden. Die Erstellung der phasenverschiebenden Elemente erfolgt nach bestimmten, an sich im Stand der Technik bekannten Design-Regeln und ist beispielsweise in der US-PS-5,537,648 beschrieben, die hiermit in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden 25 Anmeldung einbezogen wird.

30 Angesichts der Komplexität moderner Schaltkreise und der Forderung nach zwei um 180° verschobenen phasenverschiebenden Elementen an jeder kritischen Struktur sind jedoch Phasenkonflikte denkbar. Ein Phasenkonflikt liegt genau dann vor, wenn den Phasenschiebern auf beiden Seiten einer kritischen Struktur 35 fälschlicherweise dieselbe Phase zugewiesen wird, oder wenn aufgrund der Wechselwirkung der phasenverschiebenden Elemente der destruktive Interferenzeffekt an einer uner-

wünschten Stelle auf der schon erwähnten lichtempfindlichen Schicht auftritt. Die Phasenzuweisung für die verschiedenen phasenverschiebenden Elemente stellt somit ein mathematisch-kombinatorisches Problem dar, welches nicht allgemein lösbar ist. Da die Phasenzuweisung im Prinzip zu verschiedenen Ergebnissen führen kann und für ein und dieselbe Zelle eines hierarchischen Layouts verschiedene Phasenzuweisungen erfolgen können, muß die Phasenzuweisung in einem automatisierten Programm endgültig am fertigen Schaltkreis-Layout vorgenommen werden. Man benötigt daher eine automatisierte Überprüfungs-routine, welche ein Schaltkreis-Layout daraufhin untersucht, ob eine Phasenzuweisung überhaupt möglich ist. Diese Überprüfung soll vollständig sein und die Problemstelle so gut als möglich eingrenzen, d.h. ihren eigentlichen Ursprungsort ermitteln. Letzteres ist nicht selbstverständlich, denn wenn die kombinatorische Aufgabe „nicht aufgeht“, dann ist dies auf vielfältige Weise möglich und die Stelle, an der man entdeckt, daß dies der Fall ist, kann weit ab von dem eigentlichen Ursprungsort liegen.

20

Nachdem Phasenkonflikte in einer automatisierten Routine festgestellt worden sind, können diese auf zwei grundsätzlich verschiedene Arten gelöst werden. Zum ersten kann das Schaltkreis-Design an den Stellen der lokalisierten Phasenkonflikte geringfügig verändert werden, beispielsweise durch Verschieben von Leiterbahnstrukturen, so daß die Phasenkonflikte aufgehoben werden. Auf der Basis dieses veränderten Schaltkreis-Designs kann dann eine erfolgreiche Phasenzuweisung für die Erstellung einer Phasenmaske durchgeführt werden. Zum zweiten kann das Schaltkreis-Design unverändert bleiben und statt dessen die Phasenkonflikte dadurch gelöst werden, daß einzelnen phasenverschiebenden Elementen zwei verschiedene Phasen zugewiesen werden. Dies hat jedoch zur Folge, daß an der Grenzlinie zwischen den zwei verschiedenen Phasengebieten eine dunkle Linie bei der Belichtung auftritt, die zu einer Unterbrechung führen würde. Daher muß in diesem Fall ein zusätzlicher Belichtungsschritt mit einer sogenannten Trim-

35